

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Alen Lajtner

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**ALELOPATSKI POTENCIJAL KOROVNE VRSTE DIVLJI SIRAK (*Sorghum*
halepense (L.) Pers) NA KELJ**

Diplomski rad

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Alen Lajtner

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**ALELOPATSKI POTENCIJAL KOROVNE VRSTE DIVLJI SIRAK (*Sorghum
halepense* (L.) Pers.) NA KELJ**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. izv. prof. dr. sc. Renata Baličević
2. dr. sc. Marija Ravlić, mentor
3. izv. prof. dr. sc. Anita Liška

Osijek, 2018.

Sadržaj

1.	Uvod	1
2.	Pregled literature	3
3.	Materijali i metode	9
4.	Rezultati	12
4.1.	Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na klijavost i rast kelja u Petrijevim zdjelicama.....	12
4.2.	Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na klijavost i rast kelja u posudama s tlom.....	16
4.3.	Utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka na klijavost i rast kelja u posudama s tlom.....	21
5.	Rasprava	25
6.	Zaključak	29
7.	Popis literature.....	30
8.	Sažetak	34
9.	Summary	35
10.	Popis slika	36
11.	Popis grafikona	37

Temeljna dokumentacijska kartica

Basic documentation card

1. Uvod

Korovi su nepoželjne biljne vrste koje se pojavljuju na obradivim poljoprivrednim površinama. Posjeduju veliku sposobnost prilagođavanja nepovoljnim vremenskim uvjetima i veliku moć reprodukcije. Na poljoprivrednim površinama u neprestanom su kompeticijskom odnosu s kulturnom biljkom za svjetlost, vodu, hranu i prostor. Najveće štete od korova događaju se prvenstveno u poljoprivredi, ali se mogu dogoditi i u šumarstvu, vodoprivredi, zdravstvu i drugim djelatnostima. Osim izravnih šteta na poljoprivredne kulture koje se očituju u smanjenju prinosa usjeva i smanjenju kvalitete korovi mogu biti štetni za zdravlje ljudi i životinja. Korovi također posjeduju i alelopatsko djelovanje koje može utjecati na usjev.

Alelopatiju možemo definirati kao izravan ili neizravan, koristan ili štetan utjecaj jedne biljke, gljive ili mikroorganizma na klijavost, rast i razvoj druge biljake putem tvari alelokemikalija koje se na različite načine izlučuju u okoliš (Rice, 1984.). U poljoprivrednoj proizvodnji alelopatija se može koristiti i kao zamjena kemijskim herbicidima u suzbijanju štetnih korovskih vrste, te se primjenjivati na različite načine: u obliku vodenih ekstrakata koji služe za suzbijanje gljivičnih, virusnih i bakterijskih bolesti, u obliku površinskih malčeva, inkorporacijom biljne mase u tlo, kao pokrovni usjevi u plodoredu (Farooq i sur., 2011.).

Alelopatske biljke mogu biti uzgajane kulturne biljke kao što su pšenica, raž, riža, sirak, primjenjene kao pokrovni usjevi, vodeni ekstrakti ili biljni ostaci (Bhowmik i Indjerit, 2003., Soltys i sur., 2013.). Aromatične i ljekovite biljke također imaju alelopatski potencijal, mogu se primjeniti u obliku esencijalnih ulja, vodenih ekstrakata ili biljnih ostataka (Dudai i sur., 2009., Đikić, 2005., Dhima i sur., 2009.). Alelopatski potencijal ima i velik broj korovskih vrsta, posebice invazivnih. Među korovima koji posjeduju alelopatsko djelovanje spada i divlji sirak.

Divlji sirak, ili piramidalni sirak (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), višegodišnja je biljka iz porodice trava (Poaceae). Stabljika je uspravna i glatka, može narasti i do 2 m visine (Nikolić i sur., 2014.). Biljka ima snažan, ali razmjerno plitak podanak s brojnim pupovima iz kojih izrastaju sterilni i fertilni izdanci. Listovi su plosnati, glatki, hrapavih rubova, dugi oko 50 cm, široki 1 do 2 cm s izraženom bijelom ili blijedozelenom glavnom žilom u sredini. Cvjetovi su skupljeni u razgranate metličaste svatove na vrhovima stabljika, veliki

oko 30 cm. Plodni su klasići dvospolni, ovalni i bez stapki, a neplodni s kratkom stapkom i s osjem koje brzo otpada, katkad i nedostaje. Sjemenke kličaju kasno u proljeće. Plod je pšeno. Biljka proizvede 1500 do 1800 sjemenki. Vrijeme cvatnje je od lipnja do rujna (Knežević, 2006.). Dvlji sirak je raspostranjen na području jugoistočne Europe i jugozapadne Azije, ali moguće ga je pronaći po cijelom svijetu. Na području Hrvatske zapisi od njegovom postojanju postoje od početka 19. stoljeća (Hulina, 1998.).

Cilj ovog rada bio je utvrditi alelopatski potencijal vodenih ekstrakata te biljnih ostataka nadzemne suhe mase divljeg sirka (*S. halepense*) na klijavost i početni rast kelja u pokusima u Petrijevim zdjelicama i posudama s tlom.

2. Pregled literature

Utjecaj alelopatije u poljoprivredi prepoznat je prije više od 2000. godina, ali je pravi napredak zabilježen tek u 20. stoljeću. Austrijski znanstvenik i botaničar Hans Molish 1937. godine prvi je put upotrijebio izraz alelopatija (Kovačević, 1979.). Zbog toga se Molisha smatra ocem alelopatije. Riječ alelopatija izvedena je iz grčkog jezika: *allelon* - međusoban/uzajaman i *pathos* - trpjeti, patiti, tj. negativan utjecaj nekoga na ostale (Rizvi i Rizvi, 1992.).

Međunarodno društvo za alelopatiju je 1996. godine definiralo alelopatiju kao bilo koji proces u kojem sudjeluju sekundarni metaboliti biljaka, mikroorganizama, virusa ili gljiva, te djeluje pozitivno ili negativno na rast i razvoj poljoprivrednih i bioloških sustava, isključujući životinje (Torres, 1996.).

Prema Aldrichu i Krameru (1997.) alelokemikalije mogu djelovati na klijanje i rast kulturnih biljaka. Alelopatsko djelovanje se može očitovati kroz fotosintezu, mineralnu ishranu, sintezu proteina i masti, otvaranje puči, propustljivost membrane.

Alelokemikalije su prisutne u gotovo svakom biljnom dijelu: korijenu, stabljici, listovima, cvijetovima, pupovima, sjemenu, plodu. Xuan i sur. (2004.) navode da određeni biljni organi imaju određeni inhibicijski i stimulacijski alelopatski potencijal, pri čemu listovi imaju najveći inhibitorni utjecaj zbog visoke koncentracije alelokemikalija. Nasuprot tome, u korijenu i rizomima se nalazi najmanja količina alelokemikalija (Narwal, 2004.).

Nedovoljno je poznat mehanizam sinteze i djelovanja alelopatskih supstanci te njihovo praktično korištenje u poljoprivrednoj proizvodnji pa su istraživanja u tom pravcu danas sve češća. Nusproizvodi biljnog metabolizma uglavnom pripadaju organskim kiselinama, aminokiselinama, alkoholima, fenolima, steroidima, kumarinima, nukleotidima i dr. spojevima. Osim na biljke ovi spojevi djeluju na čovjeka i životinje navodi Vukadinović (2017.).

Zeman i sur. (2011.) navode da se alelokemikalije iz biljke oslobađaju na četiri načina. Prvi način je oslobađanje u obliku plinova koji se oslobađaju iz lišća, a druge biljke ih apsorbiraju iz atmosfere. Drugi način oslobađanja je način ispiranje s lišća ili stabljike za vrijeme kiše, rose, magle i snijega i apsorpcija putem korijena. Treći je način izlučivanje iz korijena, a druge ih biljke upijaju također putem korijena. Četvrti način oslobađanja

alelokemikalija je način putem razgradnje biljnih ostataka, pri čemu alelokemikalije dospijevaju u rizosferu nakon odumiranja i raspadanja lišća ili drugih organa.

Wu i sur. (1999.) su tijekom posljednjih nekoliko desetljeća istraživali alelopatiju u svrhu suzbijanja korova s ciljem povećanja produktivnosti uzgojnih kultura i zaštite okoliša kontrolirajući štetne organizme ekološki prihvatljivim metodama, a primjena alelopatije je značajna alternativa uporabi kemijskih sredstava osobito u integriranoj i ekološkoj zaštiti uzgojnih kultura od korova.

Qasam i Foy (2001.) navode da postoji preko 240 vrsta korova kojima je utvrđeno da imaju alelopatski utjecaj. Alelopatski utjecaj ako ga ima može biti inhibicijski i stimulacijski (Bicber i Haverland, 1968., Kovačević, 1971., Leather, 1983.).

Utvrđene su su alelopatske interakcije između korova i usjeva pomoću biljnog materijala ekstraktiranog iz suhe mase korova (Vasilakoglou i sur., 2006., Koloren, 2007.). Kako bi se odredio alelopatski odnos korova i usjeva Nouri i sur. (2012.) koristili su biljne ekstrakte pripravljene od suhe mase korova jer takvi ekstrakti imaju značajno veće koncentracije alelokemikalija.

Novak (2017.) je u pokusima istraživao alelopatski utjecaj segetalnih i ruderalnih alohtonih biljnih vrsta. Istraživanje se provodilo s ekstraktima europskog mračnjaka (*Abutilon theophrasti* Medik.), pajasen (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia* L.), amorfe (*Amorpha fruticosa* L.), bijelog kužnjaka (*Datura stramonium* L.), japanskog dvornika (*Reynoutria japonica* Houtt.), velike zlatnice (*Solidago gigantea* Ait.) i dikice (*Xanthium strumarium* L.). Istraživano je inhibicijsko alelopatsko djelovanje na početni razvoj test-vrsta uljane repice, suncokreta i zobi. Višegodišnje korovske vrste pokazale su jači inhibicijski alelopatski utjecaj od jednogodišnjih vrsta. Najjači alelopatski potencijal pokazao je pajasen. Nakon pajasena (*A. altissima*) slijede bijeli kužnjak, amorf, velika zlatnica, ambrozija, japanski dvornik. Najmanji alelopatski potencijal utvrđenje kod jednogodišnjih vrsta europskog mračnjaka i dikice.

Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata listova običnog oraha (*Juglans regia* L.) i nekih invazivnih biljnih vrsta na klijanje pšenice i gorušice ispitala je Pavićević (2013.). Rezultati istraživanja su pokazali da u većini slučajeva ekstrakti listova pokazuju inhibicijsko djelovanje na klijanje i rast testnih biljaka. Najsnažnije inhibicijsko djelovanje

na klijanje i rast testnih biljaka pokazao je ekstrakt listova mirisavog bagrema (*Robinia pseudoacacia*).

Golubinova i Ilieva (2014.) istraživali su alelopatski utjecaj ekstrakata od suhe nadzemne mase divljeg sirka (*S. halepense*) na klijavost i rast klijanaca graška, grahorice i lucerne. U pokusima su ispitivani ekstrakti različitih koncentracija (od 1,25 do 10%) u Petrijevim zdjelicama. Pokusni rezultati su pokazali da se povećanjem koncentracije ekstrakata smanjivala klijavost sjemena. U tretmanu s najvišom koncentracijom ekstrakata zabilježeno je smanjenje klijavosti lucerne za 100%.

Ognjanović i sur. (1995.) ispitivali su alelopatski utjecaj sjemena pet vrsta korova: pirika (*Agropyron repens* L.), oštrodlakavi šćir (*Amaranthus retroflexus* L.), bijela loboda (*Chenopodium album* L.), obični koštan (*Echinochloa crus-galli* L. i divlji sirak (*S. halepense*) na energiju klijanja, ukupnu klijavost i rast klijanaca pšenice. Pokusni rezultati su utvrdili da korovne vrste oštrodlakavi šćir (*A. retroflexus*) i bijela loboda (*C. album*) imaju pozitivno djelovanje na energiju klijanja sjemena pšenice, dok pirika (*A. repens*) s druge strane posjeduje inhibicijsko djelovanje na rast klijanaca pšenice.

Malovan (2016.) je ispitivao alelopatski utjecaj divljeg sirka (*S. halepense*) na klijavost i rast mrkve. Pokusi su provedeni u Petrijevim zdjelicama i u posudama s tlom. U Petrijevim zdjelicama vodeni ekstrakti s koncentracijom 5 i 10% pokazali su značajnu inhibiciju klijavosti sjemena te rasta korijena i izdanaka mrkve. Vodeni ekstrakt s najnižom koncentracijom od 1% imao je stimulacijski utjecaj na rast korijena i izdanaka mrkve. Vodeni ekstrakti primijenjeni u posude s tlom nisu pokazali značajno alelopatsko djelovanje na nicanje sjemena mrkve, ali su pokazali značajan inhibicijski utjecaj na rast korijena. Biljni ostatci divljeg sirka pokazali su značajan negativni utjecaj na klijavost sjemena mrkve i svježu masu klijanaca.

Vasilakoglou i sur. (2005.) ispitivali su alelopatski utjecaj divljeg sirka (*S. halepense*) i prstastog troskota (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) na rast i razvoj pamuka i kukuruza. Rezultati istraživanja su pokazali veći inhibicijski alelopatski utjecaj divljeg sirka i prstenastog troskoka na pamuk nego što je bio slučaj kod kukuruza. Ekstrakti divljeg sirka pokazali su veći inhibicijski alelopatski utjecaj na klijavost, svježu masu i duljinu korijena pamuka i kukuruza od ekstrakata prstastog troskoka

Pajtlar (2016.) je ispitivala alelopatski utjecaj divljeg sirka (*S. halepense*) na klijavost i rast radiča. Provedena su tri pokusa: utjecaj vodenih ekstrakata divlje sirka u Petrijevim zdjelicama, utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka u posudama s tlom te utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka u posudama s tlom. U pokusima su ispitivani ekstrakti s koncentracijama od 1%, 5% i 10%, dok je utjecaj biljnih ostataka ispitivan u dozama od 10 i 20 g po kg tla. Pokusi u Petrijevim zdjelicama s vodenim ekstraktima pokazali su inhibicijski učinak kod većih koncentracija gdje je klijavost i rast klijanaca radiča smanjena preko 20%. Tretmani provedeni s vodenim ekstraktima u posudama s tlom nisu imali veći utjecaj na nicanje, duljinu korijena, duljinu izdanaka, svježiu i suhu masu klijanaca radiča. Biljni ostaci divljeg sirka pokazali su inhibicijski utjecaj na nicanje, duljinu korijena, duljinu izdanaka i suhu masu klijanaca. Pri većoj dozi od 20 g po kg tla zabilježeno je smanjenje suhe mase za preko 20%.

Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata suhe biljne mase divljeg sirka (*S. halepense*) na klijavost i rast klijanaca pšenice ispitivali su Nouri i sur. (2012.). Ispitivani su utjecaji različitih biljnih dijelova (korijena, stabljike, lista i sjemena) u pet različitim koncentracijama (0%, 7,5%, 15%, 22,5% i 30%). Pokusni rezultati su pokazali da su veće koncentracije ekstrakata najčešće imale jači inhibitorni utjecaj na klijavost i duljinu klijanaca pšenice. Ekstrakti lista imali su najveći negativni učinak, dok su ekstrakti korijena pokazali pozitivno djelovanje na elongaciju korijena i svježiu masu klijanaca pšenice.

Kalinova i sur. (2012.) istraživali su alelopatski utjecaj divljeg sirka (*S. halepense*) na klijavost i početni rast na usjeve soje, graška i grahorice. U pokusima je korišten hladni vodeni ekstrakt iz korijena divljeg sirka. Vodeni ekstrakt korijena divljeg sirka imao je inhibitorni učinak na klijavost sjemena ispitivanih vrsta te se klijavost kretala od 28,8% do 86,3%. Ekstrakt je pokazao inhibitorni učinak i na razvoj klijanaca i to u rasponu od 17,1% do 86,1%. Smanjenje akumulacije svježe mase kretalo se od 8,3% do 97,9%. Rezultati su pokazali da vodeni ekstrakt korijena sirka ima najveći negativni utjecaj na soju, grašak, pa tek onda na grahoricu.

Šćepanović i sur. (2007.) ispitivali su alelopatski utjecaj korovskih vrsta Teofrastovog mračnjaka (*A. theophrasti*) i kužnjaka (*D. stramonium*) na početni rast i razvoj kukuruza. Ekstrakt nadzemnog dijela (lista i stabljike) Teofrastovog mračnjaka imao je jači inhibicijski utjecaj na duljinu korijena i klice kukuruza u odnosu na ekstrakt podzemnog dijela iste korovne vrste te je duljinu korijena smanjio za 95,2 % i duljinu klice kukuruza

za 66,2% u odnosu na kontrolni test. Ekstrakt podzemnog dijela smanjio je duljinu korijena za 14,3% i duljinu klice za 41,5%. Ekstrakt nadzemnog dijela kužnjaka utjecao je pozitivno na rast korijena kukuruza i povećao njegovu duljinu za 35,3% u odnosu na kontrolu. Isti ekstrakt je zaustavio rast klice kukuruza, čija je duljina bila za 28,4% manja prema kontroli. Primjenom ekstrakata nadzemnog dijela obje ispitivane korovne vrste ukupna klijavost sjemena kukuruza smanjena je za 19,4 % (mračnjak) odnosno 10,2% (kužnjak).

Qasam i Foy (2001.) navode da toksini iz biljnih ostataka višegodišnjih korovnih vrsta: pirika (*A. repense*), poljski osjak (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), divlji sirak (*S. halepense*) izazivaju negativan alelopatski utjecaj na rast graha, soje, lucerne i drugih usjeva.

Utjecaj vodenih ekstrakata različitih biljnih dijelova oštrodjakovog škira (*A. retroflexus*) i divljeg sirka (*S. halepense*) na klijavost i rast sirka i pšenice ispitivali su Bibak i Jalati (2015.). Rezultati su pokazali negativni utjecaj na klijavosti i rast sirka i pšenice. Ekstrakti lista i stabljike imali su veće inhibitorno djelovanje od ekstrakta korijena i cvijeta.

Alelopatski potencijal tri korovne vrste: oštrodjakavog škira (*A. retroflexus*), crne pomoćnice (*Solanum nigrum* L. emend. Miller) i divljeg sirka (*S. halepense*) na klijavost i rast dva kultivara luka (Holandski žuti i Srebrnac majski) ispitivali su Baličević i sur. (2015.). Utjecaj vodenih ekstrakata od suhe nadzemne mase korova u koncentracijama od 1%, 5% i 10% istražen je u Petrijevim zdjelicama. Pokusni rezultati su pokazali da su vodeni ekstrakti značajno smanjili klijavost, duljinu korijena i izdanaka, te svježiu masu klijanaca luka. Ekstrakti oštrodjakavog škira i crne pomoćnice imali su jači inhibitorni učinak i smanjili rast klijanaca preko 50%, dok je ekstrakt divljeg sirka slabije djelovao.

Liu i sur. (2011.) ispitivali su alelopatski utjecaj divljeg sirka (*S. halepense*) na rast i razvoj klijanaca salate. Ekstrakti dobiveni iz podzemnih dijelova divljeg sirka inhibirali su brzinu klijanja, rast korijena i izdanaka klijanaca salate. Povećanjem ekstrakata povećao se i inhibitorni utjecaj na klijavost i rast klijanaca salate. Rezultati su pokazali da izolirani fitotoksini doprinose invaziji divljeg sirka.

Utjecaj vodenih i alkoholnih ekstrakata divljeg sirka (*S. halepense*) na rast i razvoj kukuruza i soje ispitivali su Stef i sur. (2015.). Ispitivanje se provodilo s koncentracijama od 10% i 20%. Rezultati pokusa pokazali su prisutnost inhibitornih supstanci u svim korištenim biljnim dijelovima (rizomi, listovi, sjemenke). Ekstrakti rizoma značajno su

smanjili klijavost, visninu biljaka i suhu masu kukuruza i soje. Vodeni ekstrakti suhих rizoma divljeg sirka smanjili su klijavost kukuruza za 37,9%, a klijavost soje za 31,1%. Najveći inhibitorni učinak na klijavost obje ispitivane vrste imali su alkoholni ekstrakti od suhих i svježih rizoma u koncentraciji 20%. Alkoholni ekstrakti imali su veći alelopatski utjecaj od vodeni ekstrakata.

3. Materijal i metode

Laboratorijski pokus je proveden tijekom 2016./2017. godine u Laboratoriju za fitofarmaciju na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku. Pokus je proveden s ciljem utvrđivanja alelopatskog učinka divljeg sirka (*S. halepense*) na klijavost i početni rast klijanaca kelja.

Prikupljanje biljne mase

Nadzemna biljna masa divljeg sirka prikupljena je tijekom 2016. godine s proizvodnih površina u Osječko-baranjskoj županiji. Biljna masa je prikupljena u fenološkoj fazi 6/66 (Hess i sur., 1997.). Svježa biljna masa sušena je u sušioniku na konstantnoj temperaturi od 60 °C i usitnjena električnim mlinom u sitni prah.

Priprema vodenih ekstrakata

Priprema vodenih ekstrakata od suhe biljne mase divljeg sirka obavljena je prema modificiranoj metodi Norsworthy (2003.) tako što je 100 g suhe biljne mase divljeg sirka potapano u 1000 ml destilirane vode. Nakon što je smjesa 24 sata stajala na sobnoj temperaturi procijeđena je kroz muslinsko platno kako bi se uklonile grube čestice. Nakon procijeđivanja smjesa je filtrirana kroz filter papir te je dobiven ekstrakt koncentracije 10%. Ekstrakt je razrijeđen destiliranom vodom te su dobiveni ekstrakti koncentracije 1% i 5%.

Test vrsta

U pokusu je korišteno je komercijalno sjeme kelja. Prije pokusa sjeme kelja je površinski dezinficirano s 1% NaOCl (4% komercijalna varikina razrijeđena s vodom) tijekom 20 minuta nakon čega je sjeme ispirano destiliranom vodom (Siddiqui i sur., 2009.).

Pokusi

Ukupno su provedena tri pokusa:

1. Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka u Petrijevim zdjelicama
2. Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka u posudama s tlom
3. Utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka u posudama s tlom

U prvom pokusu istražen je utjecaj sve tri koncentracije (1%, 5%, 10%) vodenog ekstrakta divljeg sirka. U Petrijeve zdjelice na filter papir koji je navlažen određenom koncentracijom ekstrakta stavljeno je 30 sjemenki kelja. U kontrolnom tretmanu filter papir je umjesto ekstrakta navlažen destiliranom vodom.

U drugom pokusu ispitan je utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka u posudama s tlom. Također je ispitan utjecaj sve tri koncentracije (1%, 5%, 10%). U posude s tlom posijano je 30 sjemenki kelja. Posude su zalivene s ekstraktom divljeg sirka u količini od 30 ml na 100 g tla, dok je kontrolni tretman zaliven destiliranom vodom. Nakon toga svi tretmani su podjednako zalijevani destiliranom vodom.

U trećem pokusu istražen je utjecaj biljnih ostataka u posudama s tlom. Biljni ostatci primijenjeni su u dvije doze i to: 10 g/kg tla i 20 g/kg tla. U plastične posude napunjene tlom umiješani su biljni ostatci u navedenim dozama. U posude je posijano po 30 sjemenki kelja. U kontrolnom tretmanu sjeme kelja sijano je u tlo bez biljnih ostataka.

Sjeme u Petrijevim zdjelicama naklijavano je tijekom osam dana pri temperaturi od 22 °C, dok je sjeme u posudama s tlom naklijevano dva tjedna.

Pokusi su postavljeni po slučajnom rasporedu u četiri ponavljanja, te su ponovljivi dva puta.

Statistička obrada podataka

Alelopatski učinak vodenih ekstrakata divljeg sirka na kelj utvrđen je sljedećim mjerenjima:

- klijavost (%)/nicanje (%)
- duljina korijena (cm)
- duljina izdanaka (cm)
- svježa masa klijanaca (mg)
- suha masa klijanaca (mg).

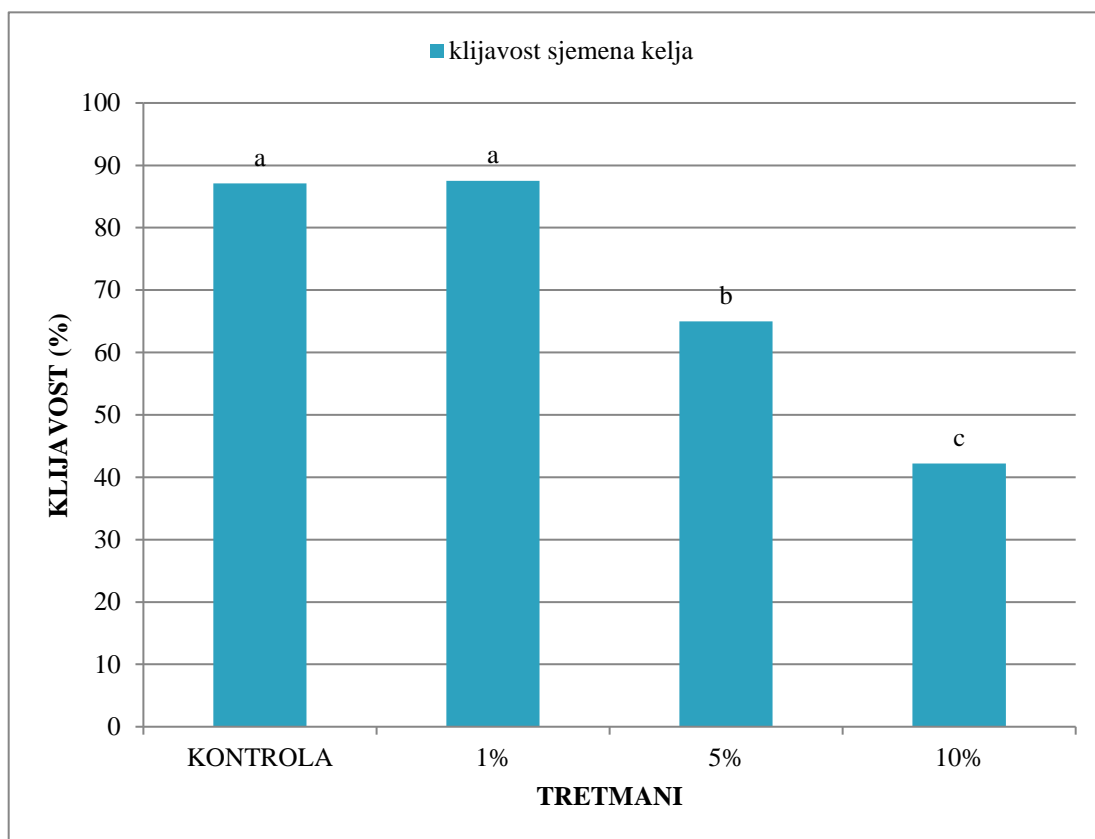
Na kraju pokusa određen je ukupan postotak klijavosti odnosno nicanja. Postotak klijavosti/nicanja izračunat je po formuli: $\text{Klijavost (\%)} / \text{Nicanje (\%)} = (\text{broj iskljanih sjemenki} / \text{ukupan broj sjemenki}) \times 100$. Izmjerena je duljina korijena i izdanaka klijanaca (cm) te svježa masa klijanaca (mg). Suha masa klijanaca izmjerena je na električnoj vagi nakon sušenja u sušioniku na 70°C tijekom 48 sati.

Dobiveni podaci analizirani su statistički analizom varijance (ANOVA), a razlike između srednjih vrijednosti tretmana testirane su LSD testom na razini 0,05.

4. Rezultati

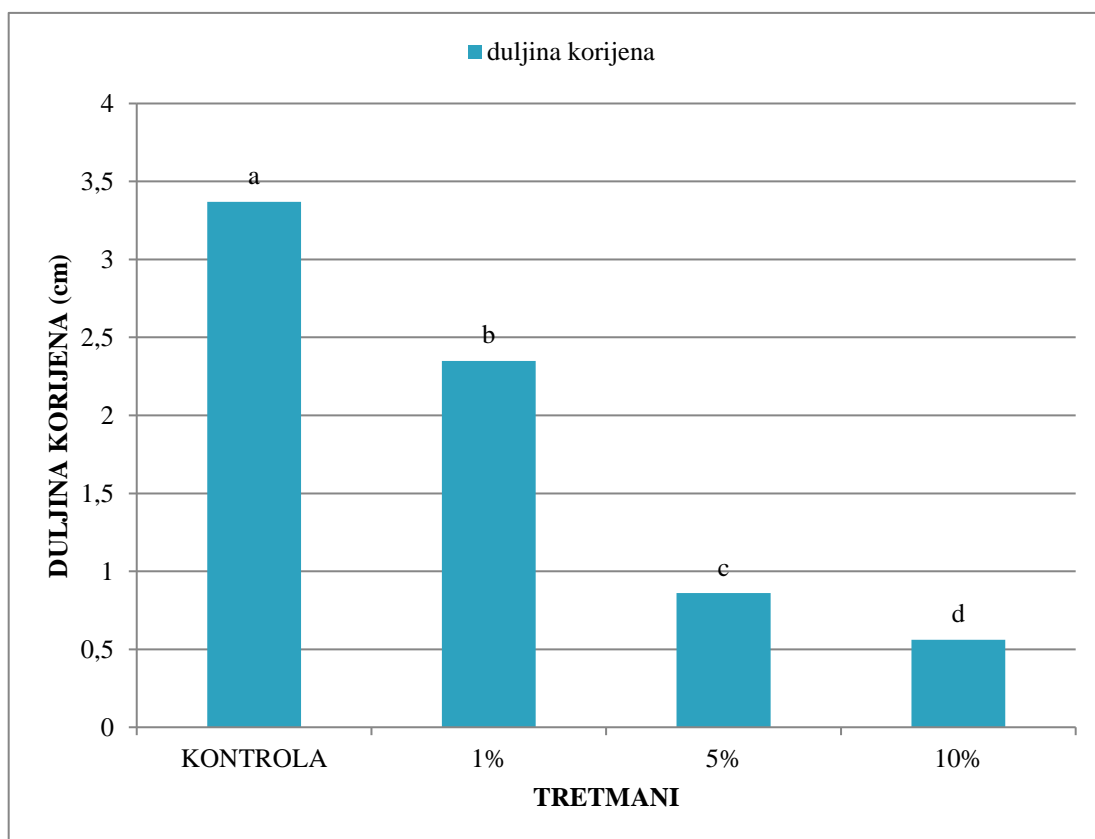
4.1. Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na klijavost i rast klijanaca kelja u Petrijevim zdjelicama

Vodeni ekstrakti od suhe mase divljeg sirka pokazali su alelopatski utjecaj na klijavost sjemena kelja u Petrijevim zdjelicama (grafikon 1.). U tretmanu s najmanjom koncentracijom od 1% nije bilo statistički značajnog alelopatskog utjecaja. Povećanjem koncentracije došlo je povećanja negativnog djelovanja ekstrakata. Ekstrakt koncentracije 5% djelovao je inhibicijski, te je smanjio klijavost za 25,4%, dok je ekstrakt koncentracije 10% klijavost smanjio za 51,5% u odnosu na kontrolni tretman.



Grafikon 1. Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na klijavost sjemena kelja u Petrijevim zdjelicama

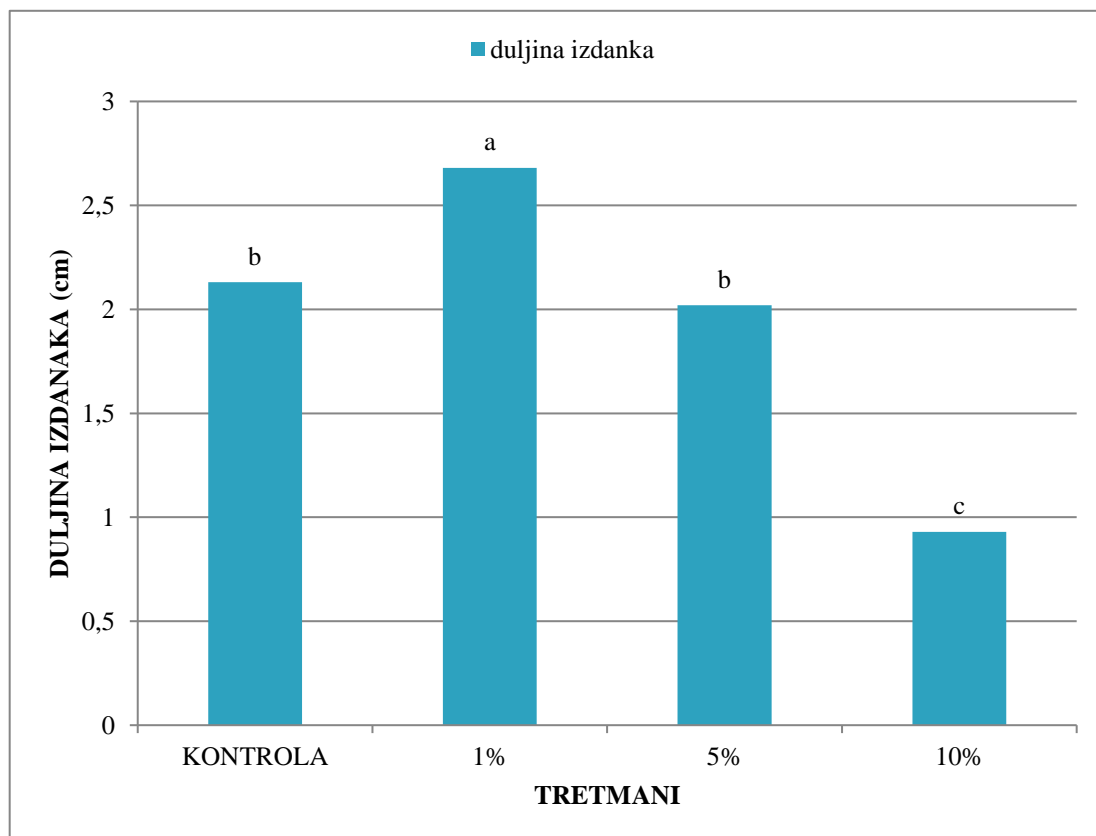
Vodeni ekstrakti imali su značajan utjecaj na duljinu korijena klijanaca kelja (grafikon 2.). Duljina korijena kelja u tretmanima s ekstraktima kretala se od 0,56 do 2,35 cm, dok je u kontrolnom tretmanu izmjerena duljina 3,37 cm. Povećanjem koncentracije povećalo se negativno djelovanje ekstrakata pa je najniža koncentracija (1%) smanjila duljinu korijena za 30,3 %, dok je najviša koncentracija (10%) smanjila duljinu korijena za 83,4% u odnosu na kontrolu. Koncentracija od 5% smanjila je duljinu korijena za 74,5% u odnosu na kontrolni tretman.



Grafikon 2. Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na duljinu korijena klijanaca kelja u Petrijevim zdjelicama

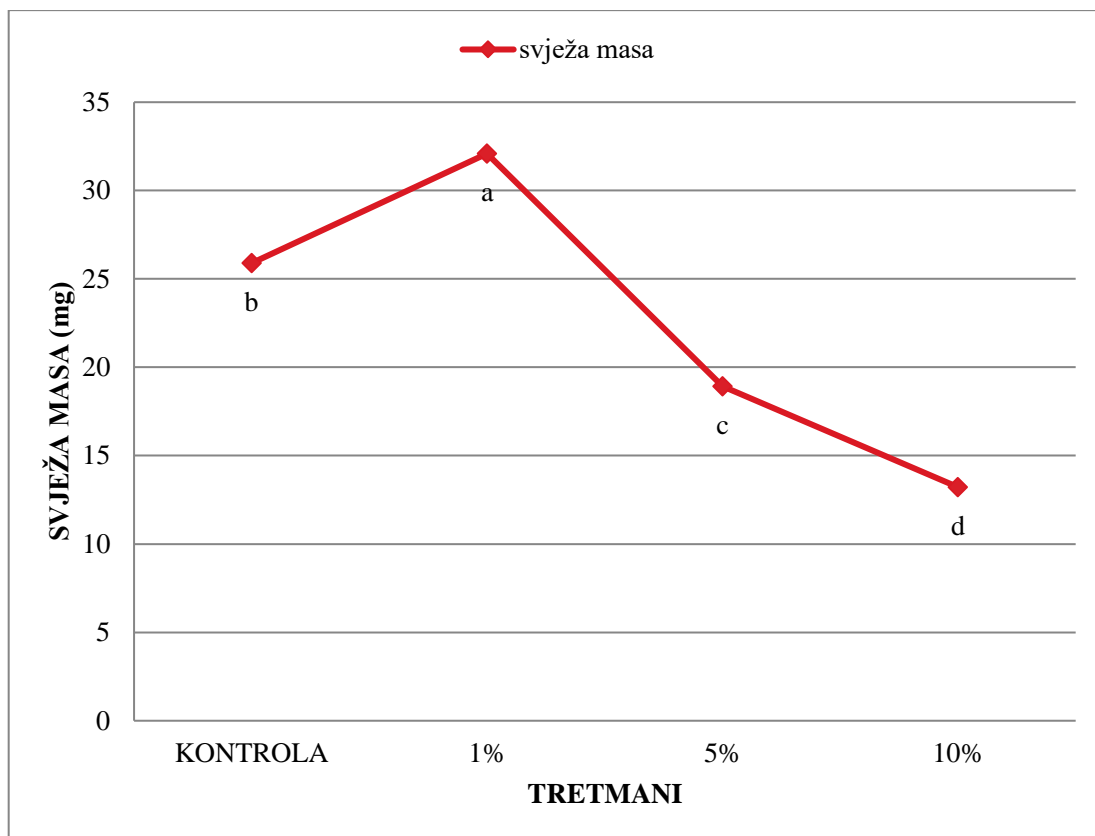
Duljina izdanaka klijanaca kelja u tretmanima s ekstraktima kretala se od 0,93 do 2,68 cm, dok je u kontrolnom tretmanu izmjerena duljina izdanaka klijanaca kelja 2,13 cm. Tretman s ekstraktom koncentracije 1% pokazao je stimulativni utjecaj te je povećao duljinu izdanaka za 20,5% (grafikon 3.). Tretman s ekstraktom najviše koncentracije 10% smanjio

je duljinu izdanaka klijanaca kelja za 56,3% u odnosu na kontrolni tretman. Tretman s ekstraktom koncentracije 5% nije imao statistički značajan utjecaj.



Grafikon 3. Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na duljinu izdanka klijanaca kelja u Petrijevim zdjelicama

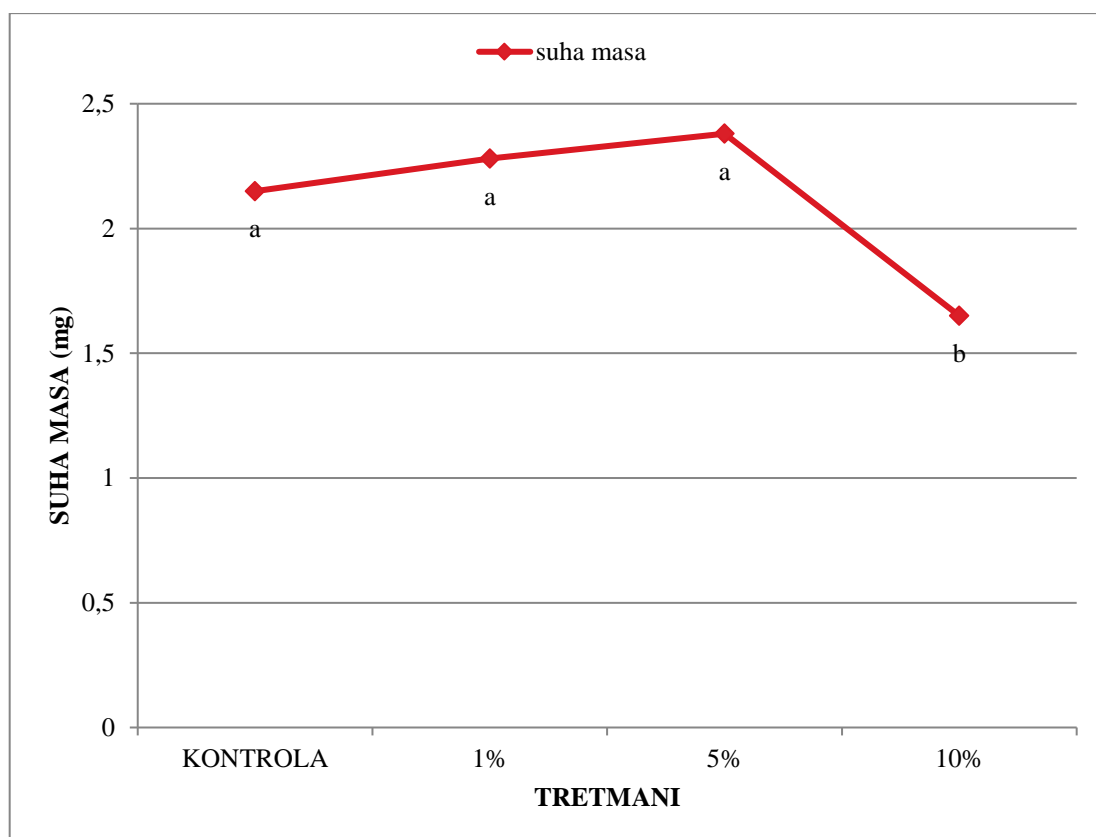
Svježa masa klijanaca kelja bila je pod značajnim utjecajem vodenih ekstrakata divljeg sirka (grafikon 4.). Vodeni ekstrakti pokazali su inhibicijski i stimulacijski alelopatski utjecaj. Najniža koncentracija vodenog ekstrakta (1%) djelovala je stimulativno te je povećala svježu masu klijanaca za 23,9% u odnosu na kontrolni tretman.



Grafikon 4. Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na svježu masu klijanaca kelja u Petrijevim zdjelicama

Povećanjem koncentracije vodenih ekstrakata došlo je do inhibicijskog alelopatskog utjecaja te smanjenja svježe mase klijanaca kelja. Tretman s ekstraktom koncentracije 5% smanjio je svježu masu klijanaca kelja za 26,9%, dok je ekstrakt koncentracije 10% smanjio svježu masu za 48,9% u odnosu na kontrolni tretman.

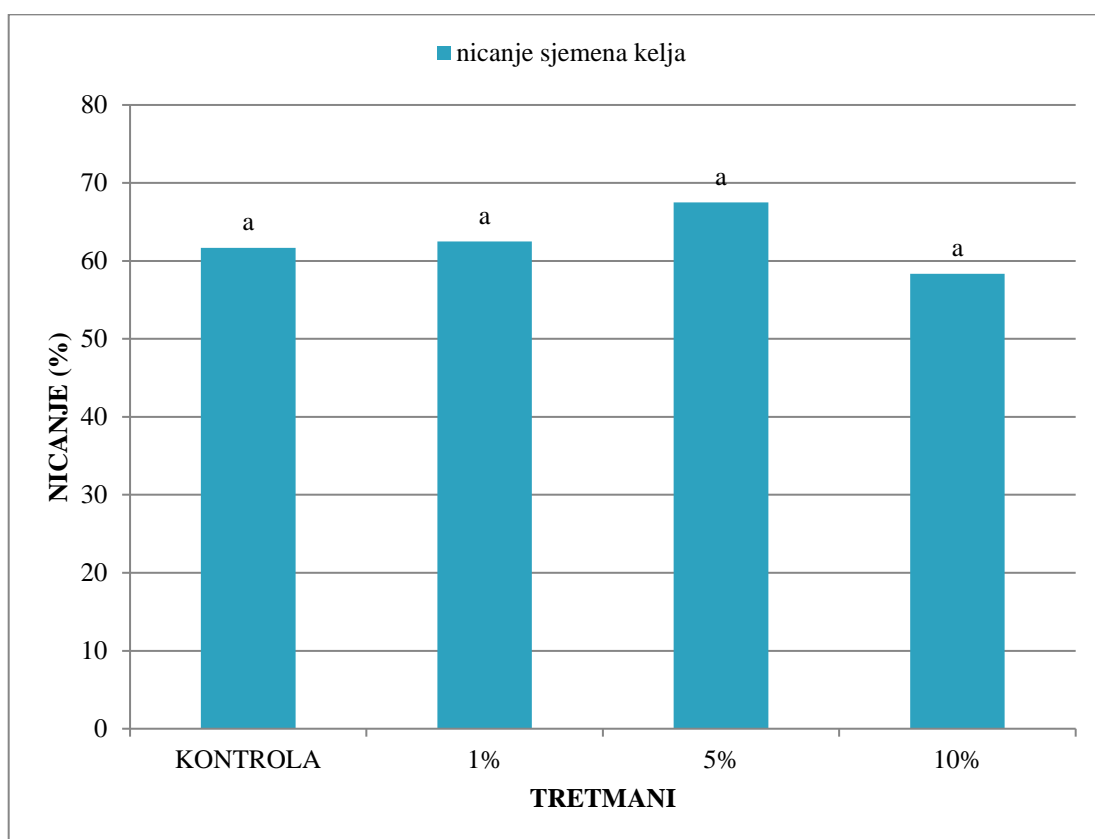
Suha masa klijanaca kelja nije bila pod statistički značajnim utjecajem vodenih ekstrakata, izuzev u tretmanu s ekstraktom divljeg sirka najviše koncentracije (grafikon 5.). Tretman najviše koncentracije (10%) djelovao je inhibitorno na suhu masu klijanaca kelja koja je smanjena za 23,3% (grafikon 5.).



Grafikon 5. Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na suhu masu klijanaca kelja u Petrijevim zdjelicama

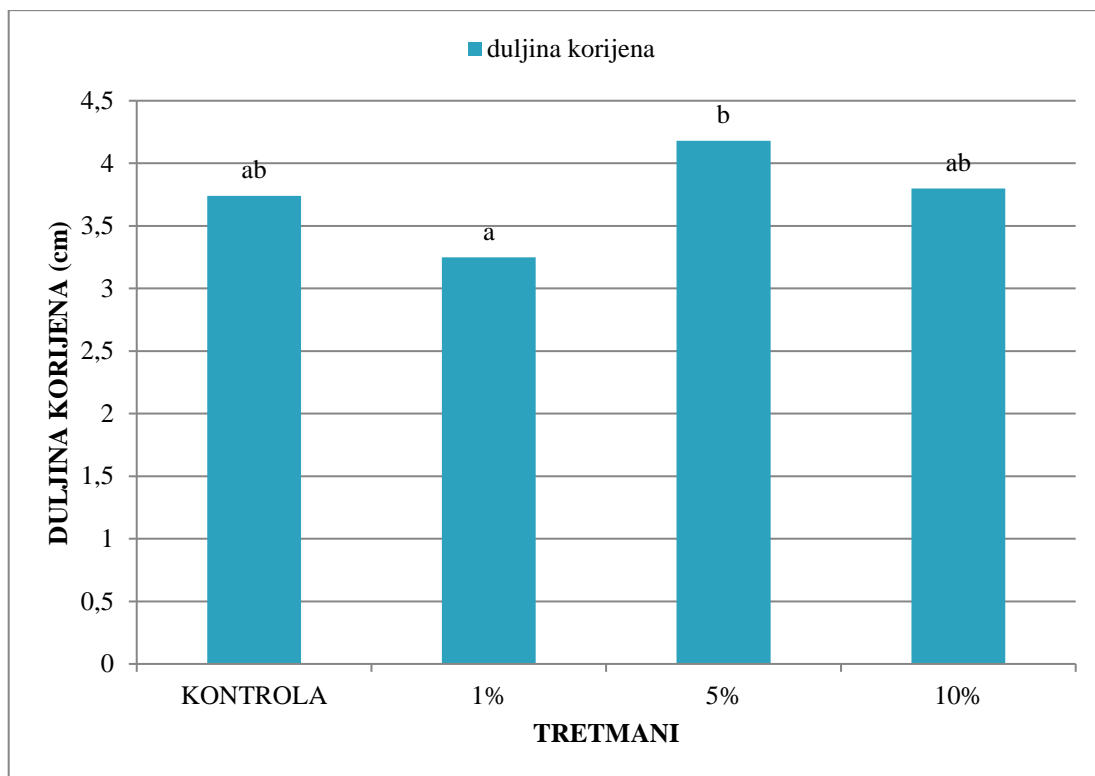
4.2. Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na klijavost i rast kelja u posudama s tlom

Vodeni ekstrakti od suhe nadzemne mase divljeg sirka nisu pokazali statistički značajan alelopatski utjecaj na nicanje sjemena kelja u posudama s tlom (grafikon 6.). Niti jedna koncentracija vodenog ekstrakta nije povećala ili smanjila nicanje sjemena kelja statistički značajno u odnosu na kontrolni tretman.

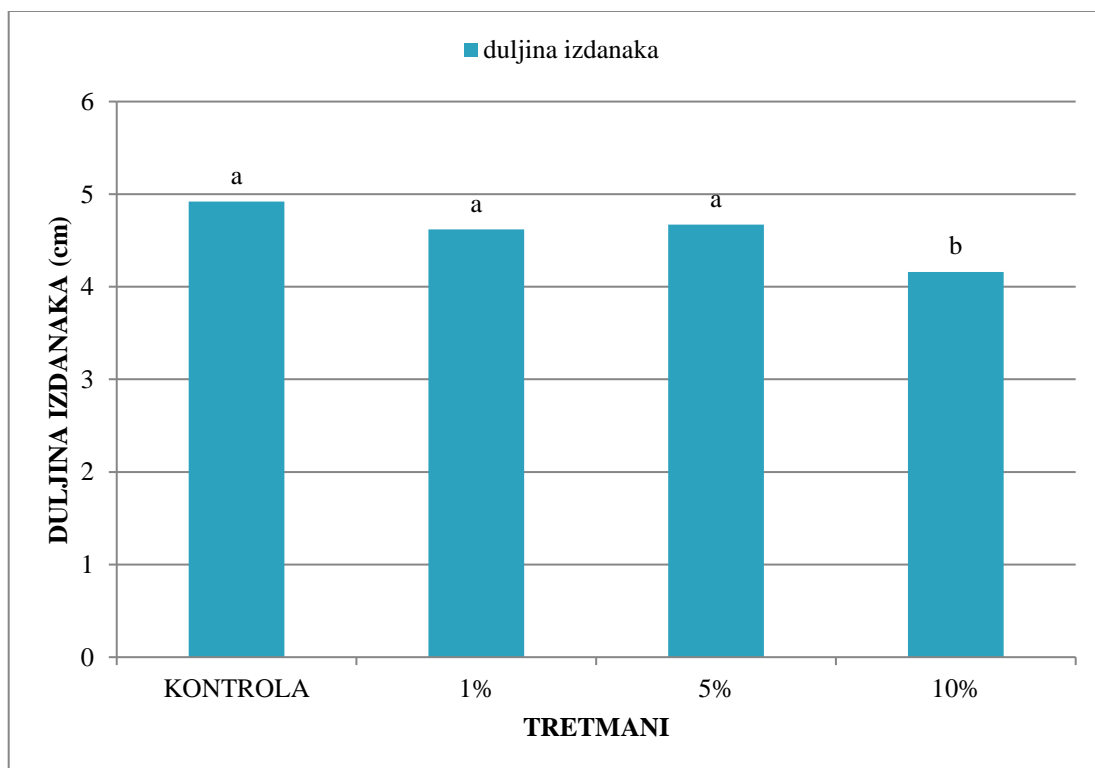


Grafikon 6. Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na nicanje sjemena kelja u posudama s tlom

Vodeni ekstrakti divljeg sirka nisu imali su značajan utjecaj na duljinu korijena klijanaca kelja (grafikon 7.). Duljina korijena kelja u tretmanima s ekstraktima kretala se od 3,25 do 4,18 cm.



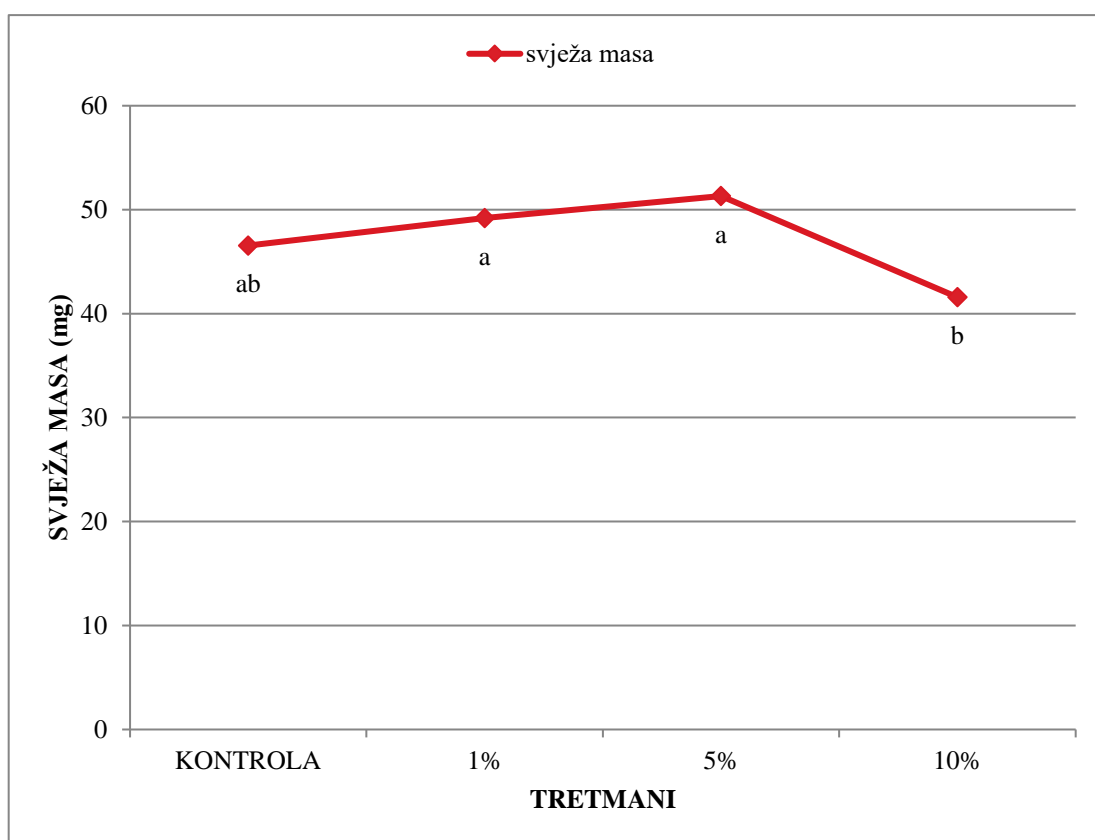
Grafikon 7. Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na duljinu korijena klijanaca kelja u posudama s tlom



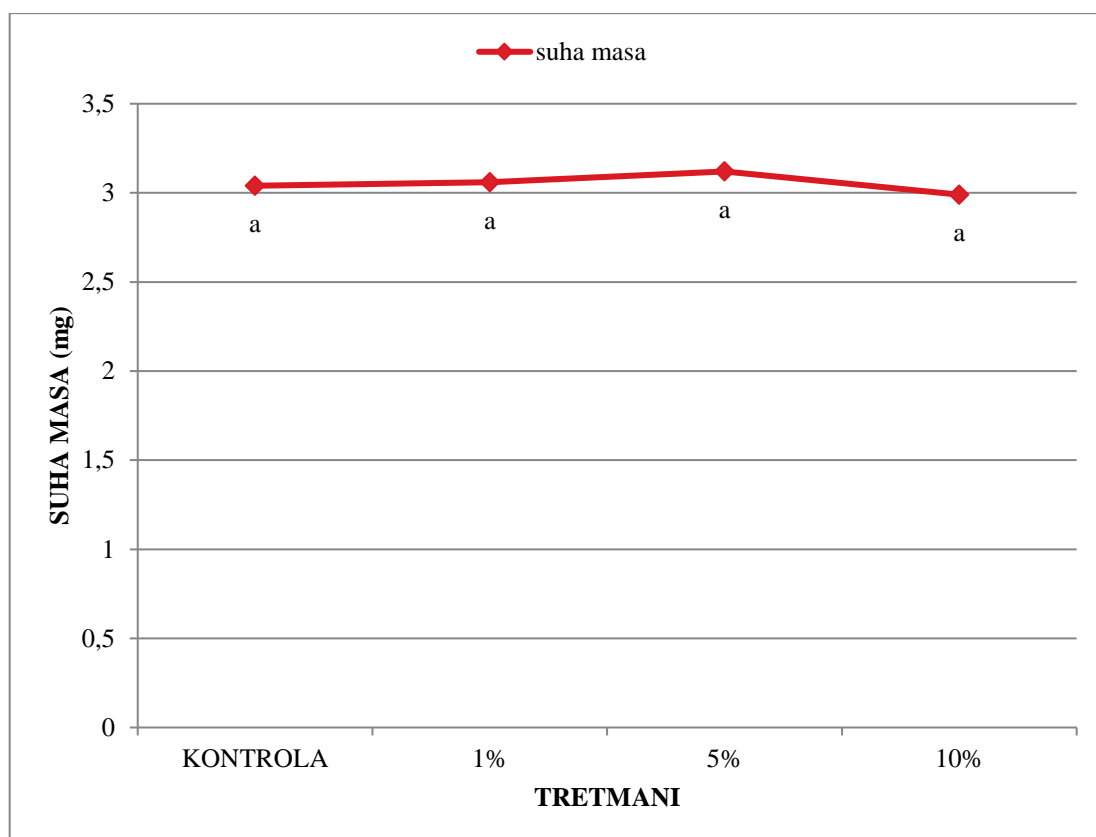
Grafikon 8. Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na duljinu izdanaka klijanaca kelja u posudama s tlom

Vodeni ekstrakti divljeg sirka nižih koncentracija nisu pokazali statistički značajan utjecaj na duljinu izdanaka klijanaca kelja (grafikon 8.). Duljina izdanaka kelja u tretmanima s ekstraktima kretala se od 4,16 do 4,67 cm, dok je duljina izdanaka u kontrolnom tretmanu iznosila 4,92 cm. Jedino je ekstrakt koncentracije 10% pokazao je značajan negativni utjecaj na duljinu izdanaka kelja, odnosno smanjio je duljinu izdanaka klijanaca kelja za 15,4% u odnosu na kontrolu.

Vodeni ekstrakti nisu imali značajan utjecaj niti na svježiu niti na suhu masu klijanaca kelja (grafikon 9. i 10.).



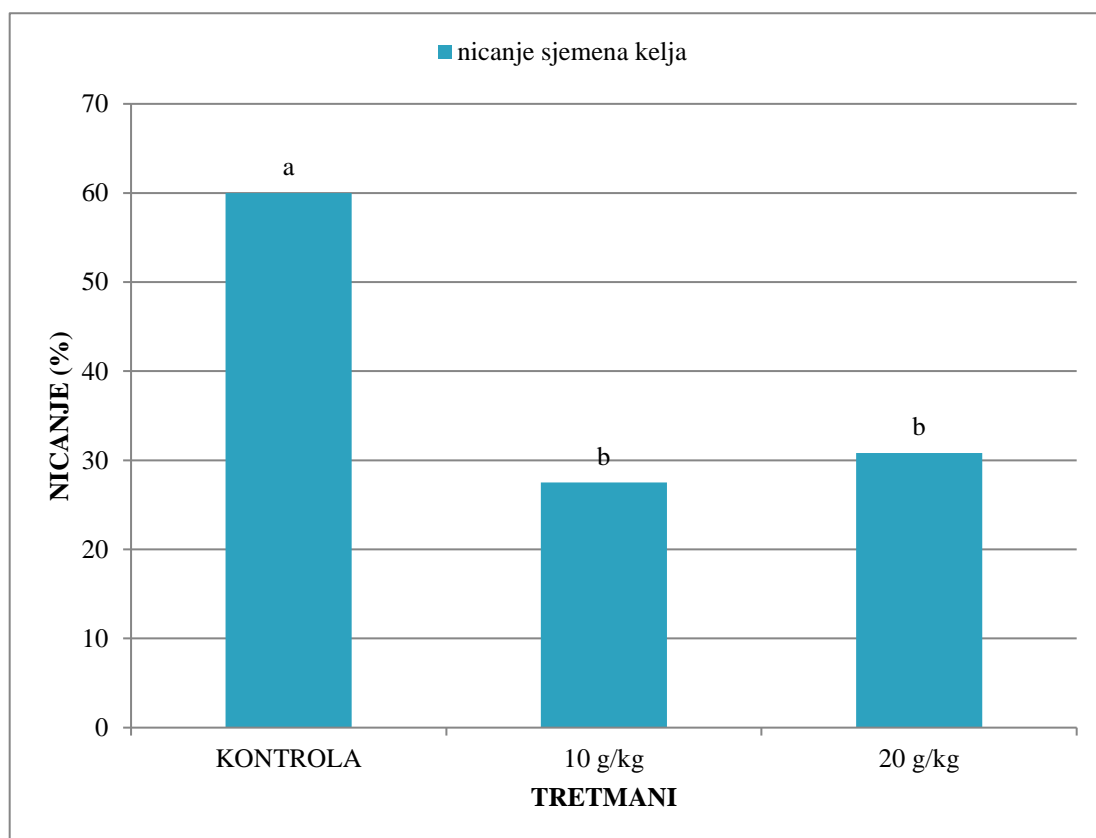
Grafikon 9. Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na svježiu masu klijanaca kelja u posudama s tlom



Grafikon 10. Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na suhu masu klijanaca kelja u posudama s tlom

4.3. Utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka na klijavost i rast kelja u posudama s tlom

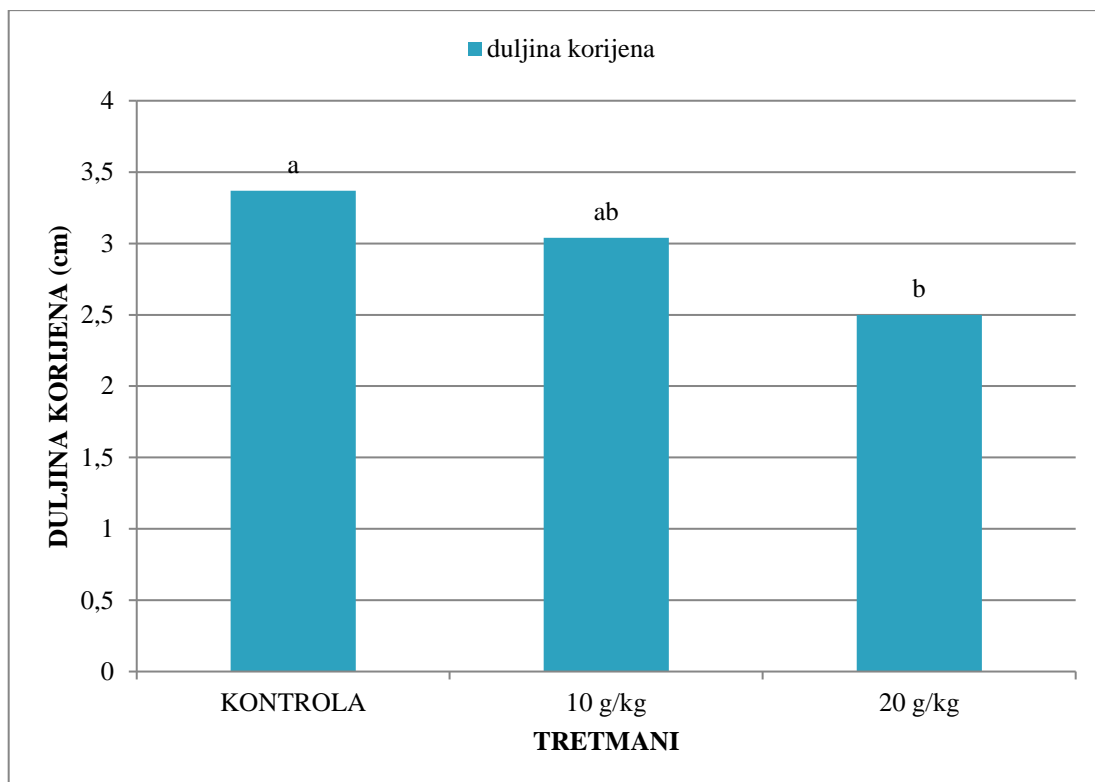
Suhi biljni ostaci nadzemne mase divljeg sirka pokazali su značajan utjecaj na nicanje klijanaca kelja u posudama s tlom (grafikon 11.). Kod niže doze rezidua od 10 g biljnih ostataka po kg tla nicanje je smanjeno za 54,2%, dok je kod doze rezidua od 20 g biljnih ostataka na kg tla zabilježeno smanjenje nicanje za 48,6% u odnosu na kontrolni tretman.



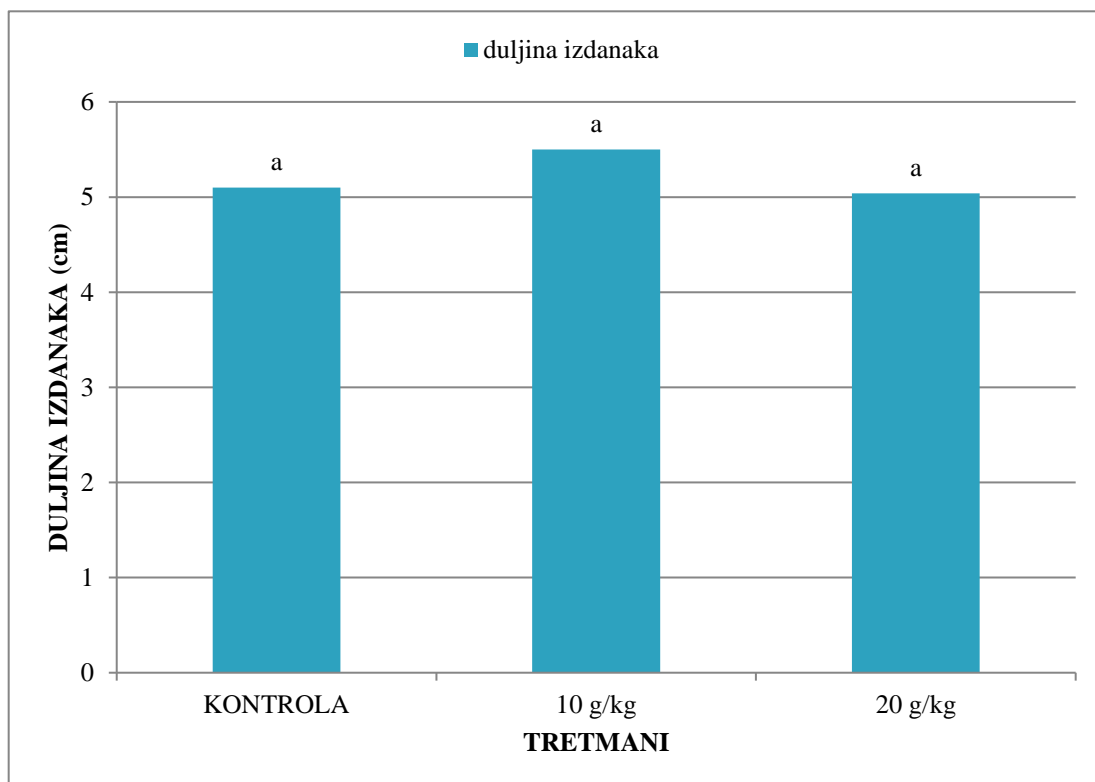
Grafikon 11. Utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka na nicanje sjemena kelja u posudama s tlom

Inkorporacija suhih biljnih ostataka divljeg sirka pokazala je negativan alelopatski utjecaj na duljinu korijena klijanaca kelja (grafikon 12.). S povećanjem doze biljnih ostataka smanjivala se i duljina korijena klijanaca kelja. Pri nižoj dozi (10 g/kg) duljina korijena se smanjila za 9,8%, ali ne i statistički značajno u odnosu na kontrolni tretman. S druge strane pri višoj dozi (20 g/kg) duljina korijena klijanaca bila statistički značajno smanjena u odnosu na kontrolu i to za 25,8%.

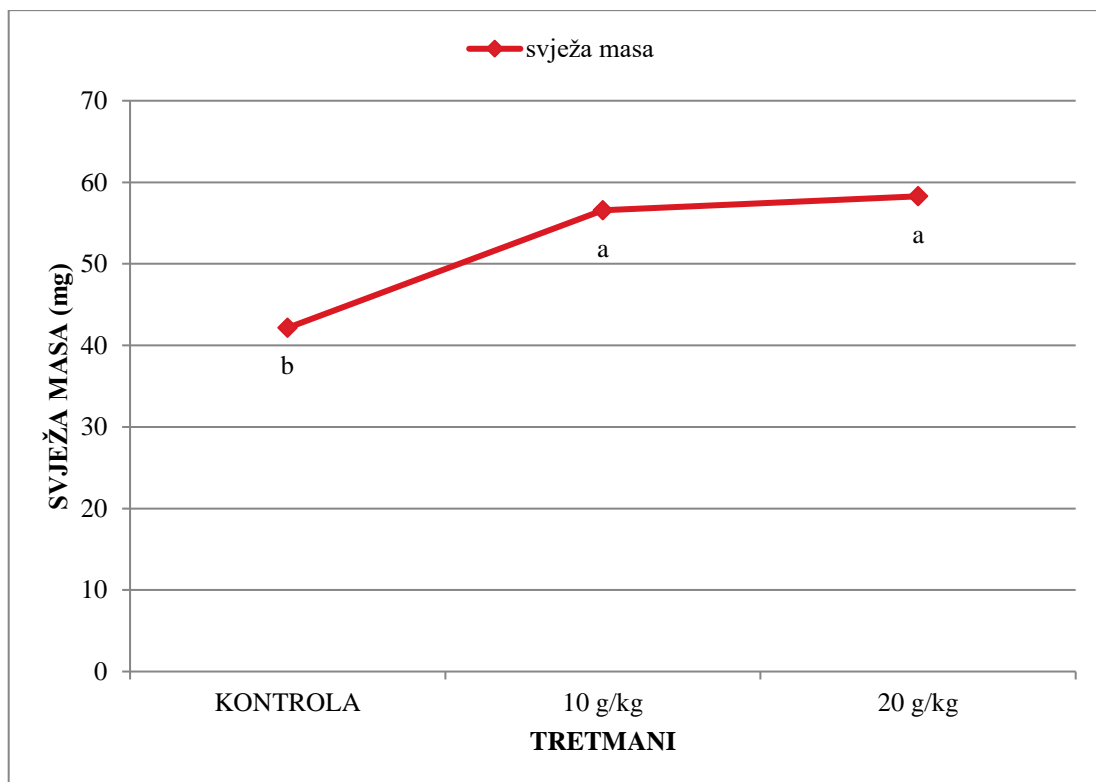
Inkorporacija suhih biljnih ostataka divljeg sirka nije imala statistički značajno alelopatsko djelovanje na na duljinu izdanaka klijanaca kelja u posudama s tlom (grafikon 13.).



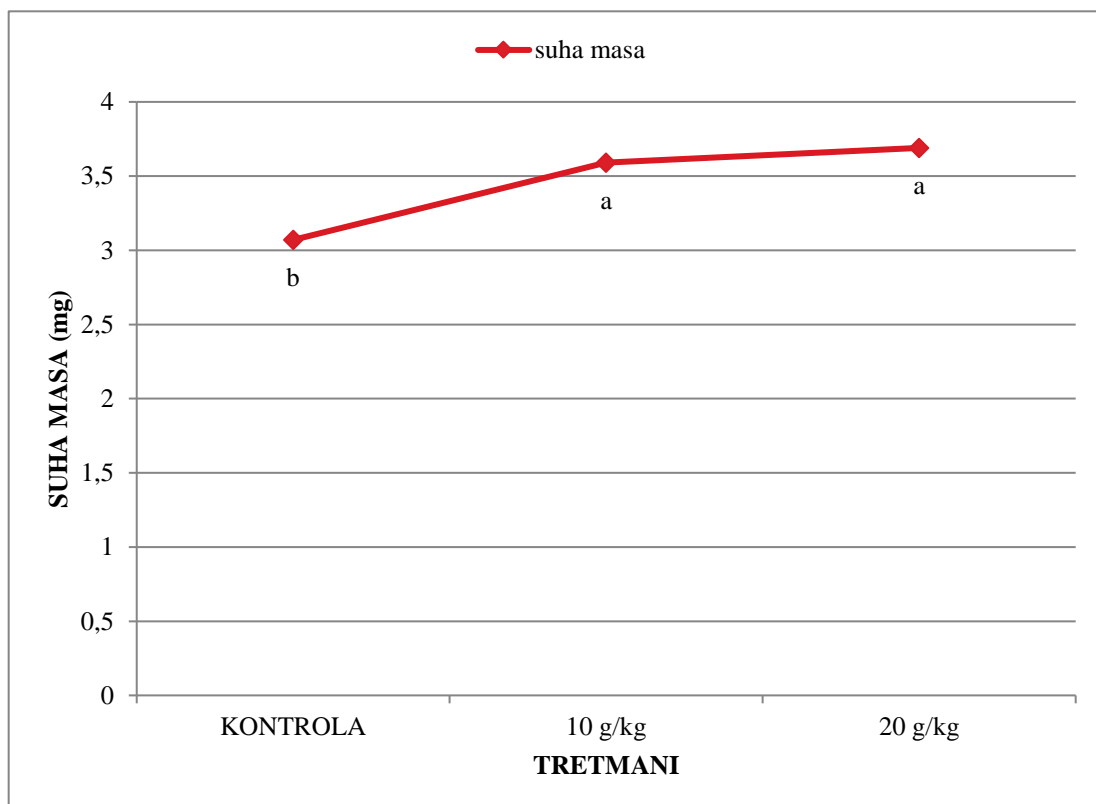
Grafikon 12. Utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka na duljinu korijena klijanaca kelja u posudama s tlom



Grafikon 13. Utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka na duljinu izdanaka klijanaca kelja u posudama s tlom



Grafikon 14. Utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka na svježu masu klijanaca kelja u posudama s tlom



Grafikon 15. Utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka na suhu masu klijanaca kelja u posudama s tlom

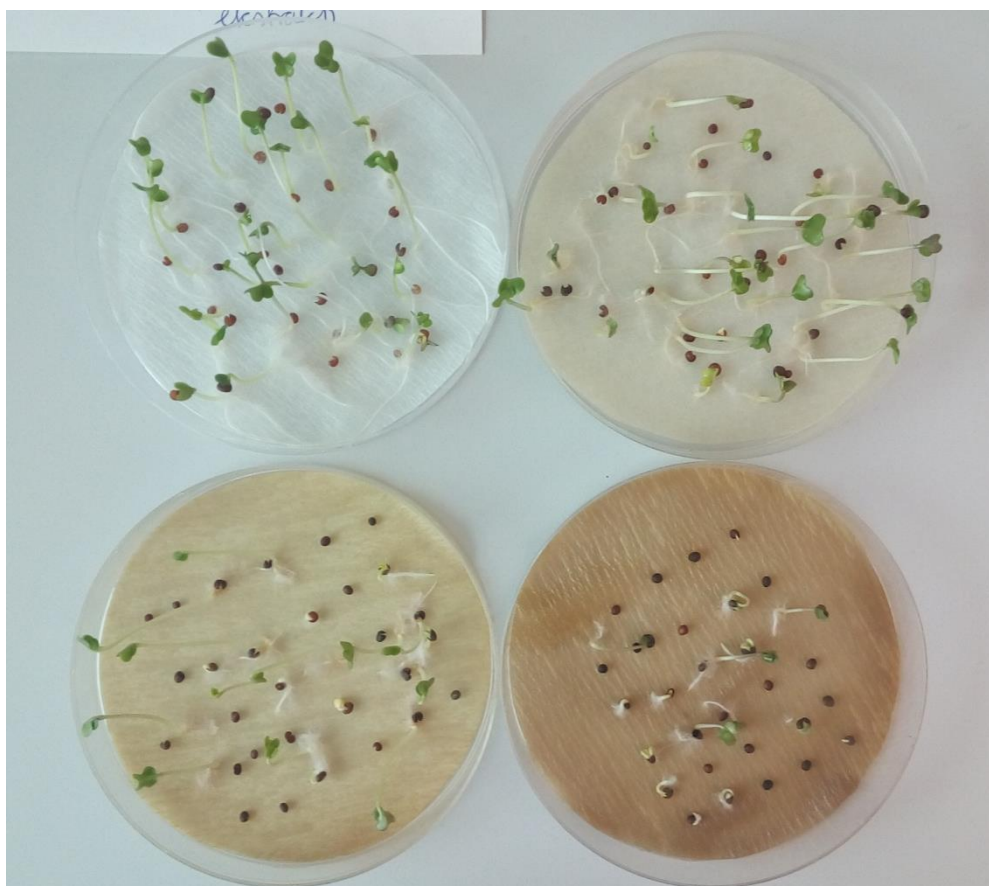
Svježa masa klijanaca kelja bila je pod pozitivnim utjecajem biljnih ostataka divljeg sirka (grafikon 14.). Niža doza (10 g/kg) povećala je svježu masu klijanaca kelja za 34,2%, dok je viša doza (20 g/kg) suhu masu klijanaca povećala za 38,3% u odnosu na kontrolni tretman.

Suha masa klijanaca također je bila pod stimulativnim alelopatskim utjecajem biljnih ostataka divljeg sirka (grafikon 15.). Niža doza (10 g/kg) povećala je svježu masu za 16,9%, dok je viša doza (20 g/kg) suhu masu povećala za 20,2%.

5. Rasprava

Rezultati pokusa pokazali su značajan alelopatski utjecaj nadzemne suhe biljne mase divljeg sirka na klijavost i rast klijanaca kelja.

Vodeni ekstrakti divljeg sirka u Petrijevim zdjelicama pokazali su inhibitorni alelopatski utjecaj na klijavost klijanaca kelja koja je kod veće koncentracije (10%) smanjili preko 40% (slika 1.). Inhibitorno djelovanje ekstrakata divljeg sirka zabilježili su Golubinova i Ilieva (2014.) u čijim je pokusima klijavost sjemena lucerne smanjena preko 100%. Negativno djelovanje ekstrakata divljeg sirka zabilježili su u svojim pokusima i Baličević i sur. (2015.) koji navode smanjenje klijavosti luka preko 30%.



Slika 1. Utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata divljeg sirka na klijavost i rast klijanaca kelja u Petrijevim zdjelicama (kontrola, 1% (gore), 5%, 10% dolje)

Ekstrakti divljeg sirka u Petrijevim zdjelicama pokazali su pozitivni i negativni alelopatski utjecaj na duljinu izdanaka klijanaca kelja. Kod najniže koncentracije od 1% zabilježen je stimulativni utjecaj, te je duljina izdanaka klijanaca kelja povećana za preko 20%. S druge strane, kod najviše koncentracije od 10% zabilježen je inhibicijski utjecaj na duljinu

izdanaka klijanaca kelja, te je duljina izdanaka klijanaca kelja smanjena preko 50%. Vodeni ekstrakti divljeg sirka u Petrijevim zdjelicama kod niže doze (1%) pokazali su stimulacijski alelopatski utjecaj na svježju i suhu masu klijanaca kelja. Niža koncentracija vodenih ekstrakata divljeg sirka povećala je svježju masu klijanaca kelja za preko 19%, dok je niža koncentracija vodenih ekstrakata divljeg sirka suhu masu također povećala. Slično u svojim pokusima navodi Malovan (2016.) koji je zabilježio pozitivni utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na duljinu izdanaka klijanaca mrkve kod najniže koncentracije ekstrakata od 1%.

Općenito, porastom koncentracije biljne mase u vodenim ekstraktima povećavao se i alelopatski potencijal u Petrijevim zdjelicama. Dobiveni rezultati potvrđuju rezultate drugih autora, primjerice Baličević i sur. (2015) navode veće smanjenje klijavosti sjemena luka pri povećanju koncentracije vodenih ekstrakata divljeg sirka. Slično navode Nouri i sur. (2012.), kod kojih je također došlo do smanjenja klijavosti sjemena pšenice pri povećanju koncentracije vodenih ekstrakata divljeg sirka.



Slika 2. Utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata divljeg sirka na klijavost i rast klijanaca kelja u posudama s tlom (kontrola, 1% (gore), 5%, 10% dolje)

Vodeni ekstrakti u posudama s tlom nisu pokazali značajniji alelopatski utjecaj na nicanje, duljinu korijena, duljinu izdanaka, svježiu i suhu masu klijanaca kelja (slika 2.). Dobiveni rezultati su pokazali da ekstrakti divljeg sirka u posudama s tlom imaju blagi inhibitorni i stimulatorni utjecaj na rast klijanaca kelja, ali ne statistički značano u odnosu na kontrolu. U svojim pokusima Malovan (2016.) i Pajter (2016.) također navode da vodeni ekstrakti u posudama s tlom nisu pokazali značajniji alelopatski utjecaj na klijance mrkve i radiča.

Biljni ostaci divljeg sirka imali su inhibitorno djelovanje, te su kod niže doze (10 g po kg tla) smanjili nicanje klijanaca kelja preko 50% (slika 3.). Značajano inhibicijsko djelovanje biljnih ostataka divljeg sirka na nicanje klijanaca salate zabilježila je Pajter (2016.).



Slika 3. Utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka na klijavost i rast klijanaca kelja u posudama s tlom (kontrola, 10 g/kg, 20 g/kg)

Stimulativno djelovanje biljni ostaci su zabilježili kod svježe i suhe mase klijanaca kelja. Kod svježe mase klijanaca kelja zabilježen je pozitivan alelopatski utjecaj, svježa masa klijanaca kelja povećana je preko 25%. Također i kod suhe mase klijanaca kelja je zabilježen pozitivan utjecaj, odnosno povećanje suhe mase za preko 15%.

U pokusu su zabilježene razlike u djelovanju biljne mase divljeg sirka s obzirom na način otpuštanja alelokemikalija te način provođenja pokusa. Najveći inhibicijski utjecaj, u prosjeku za sve koncentracije, zabilježen je kod vodenih ekstrakata u Petrijevim zdjelicama i to kod duljine korijena klijanaca kelja gdje je duljina korijena klijanaca kelja smanjena za

preko 60%. Svi tretmani u Petrijevim zdjelicama pokazali su inhibicijski alelopatski utjecaj, odnosno klijavost je smanjena preko 20%, duljina izdanaka za preko 10%, svježa masa klijanaca smanjena je preko 17% i suha masa koja je smanjena preko 2%. Suprotno tome, vodeni ekstrakti u posudama s tlom u prosjeku su imali najmanji alelopatski utjecaj. Izuzev negativnog utjecaja najviše koncentracije na duljinu izdanka, niti jedna koncentracija nije pokazala aleloaptsko djelovanje na mjerene parametre. Tretmani s biljnim ostacima u posudama s tlom imali su negativan utjecaj na nicanje, gdje je nicanje sjemena kelja u prosjeku smanjeno za preko 50%, te na duljinu korijena klijanaca kelja, gdje je duljina korijena smanjena za preko 17%. Tretmani su pozitivan utjecaj imali kod duljine izdanaka klijanaca, te kod svježe (povećanje preko 26%) i suhe mase klijanaca kelja. Slične rezultate navodi Pajtler (2016.) u čijim je pokusima također najviši negativni utjecaj zabilježen u Petrijevim zdjelicama, dok su biljni ostatci u tlo imali veći negativni potencijal od vodenih ekstrakata. Qasem (1995.) navodi da su navedene razlike posljedica različitog načina otpuštanja alelokemikalija. Također, na umjetnim podlogama kao što je filter papir, sjeme je u direktnom kontaktu s alelokemikalija odnosno nema njihove difuzije i razgradnje u tlu (Abbas i sur., 2014., Ravlić i sur., 2014.).

6. Zaključak

Cilj rada bio je utvrditi alelopatski potencijal korovne vrste divlji sirak na klijavost i rast kelja. U istraživanju su provedena tri pokusu, te su na osnovi obrađenih rezultata, doneseni slijedeći zaključci:

- 1) Vodeni ekstrakti u višim koncentracijama primjenjeni u Petrijevim zdjelicama pokazali su statistički značajno inhibicijsko djelovanje na klijavost i duljinu korijena kelja. Niže koncentracije primjenjene u Petrievim zdjelicama pokazale su pozitivno djelovanje na duljimu izdanka i svježu masu klijanaca kelja.
- 2) Vodeni ekstrakti divljeg sirka primjenjeni u posudama s tlom nisu pokazali statistički značajni alelopatski potencijal, izuzev najviše koncentracije vodenog ekstrakta koja je smanjila duljinu izdanka klijanaca.
- 3) Biljni ostaci primjenjeni u posudama s tlom pokazali su statistički značajno inhibitorno djelovanje na nicanje i duljinu korijena kelja. Niža doza od 10 g po kg tla imala je jače inhibicijsko djelovanje na nicanje klijanaca kelja u odnosu na višu dozu od 20 g po kg tla. Svježa i suha masa klijanaca bile su pod pozitivnim utjecajem biljnih ostataka.

7. Popis literature

1. Abbas, T., Tanveer, A., Khaliq, A., Safdar, M.E., Nadeem, M.A. (2014.): Allelopathic effects of aquatic weeds on germination and seedling growth of wheat. *Herbologia*, 14(2): 12-25.
2. Aldrich, R.J., Kremer, R.J. (1997.): *Principles in Weed Management*. Second Edition. Iowa State University Press.
3. Baličević, R., Ravlić, M., Čuk, P., Šević, N. (2015.): Allelopathic effect of three weed species on germination and growth of onion cultivars. *Proceedings & abstract of the 8th International Scientific/Professional Conference Agriculture in Nature and Environment Protection, GlasSlavonijed.d., Osijek*, pp. 205-209.
4. Bhowmik, P.C., Indjerit (2003.): Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. *Crop Protection*, 22(4): 661-671.
5. Bibak, H., Jalali, M. (2015.): Allelopathic effects of aqueous extract of *Sorghum halepense* L. and *Amaranthus retroflexus* L. on germination of sorghum and wheat. *Fourrages*, 221: 7-14.
6. Bieber, G. L., Hoveland, C. S. (1968): Inhibition of symbiotic materials on seed germination of crown vetch. *Coronilla varia* L. *Agronomy Journal*, 60, 185- 188.
7. Dhima, K.V., Vasilakoglou, I.B., Gatsis, Th.D., Panou-Pholothou, E., Eleftherohorinos, I.G. (2009.): Effects of aromatic plants incorporated as green manure on weed and maize development. *Field Crops Research*, 110: 235-241.
8. Dudai, N., Poljakoff-Mayber, A., Mayer, A.M., Putievsky, E., Lerner, H.R. (1999.): Essential oils as allelochemicals and their potential use as bioherbicides. *Journal of Chemical Ecology*, 25: 1079-1089.
9. Đikić, M. (2005.): Allelopathic effect of aromatic and medicinal plants on the seed germination of *Galinsoga parviflora*, *Echinochloa crus-galli* and *Galium molugo*. *Herbologia*, 6(3): 51-57.
10. Farooq, M., K. Jabran, Z.A. Cheema, A. Wahid and K.H.M. Siddique. (2011.): The role of allelopathy in agricultural pest management. *Pest Management. Science*, 67(5): 494-506.

11. Golubinova, I., Ilieva, A. (2014.): Allelopathic effect of water extracts of *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Convolvulus arvensis* L. and *Cirsium arvense* Scop. on early seedling growth of some leguminous crops. *Pesticides and Phytomedicine*, 29(1): 35-43.
12. Hess, M., Barralis, G., Bleiholder, H., Buhr, H., Eggers, T., Hack, H., Stauss, R. (1997.): Use of the extended BBCH scale-general for the description of the growth stages of mono-and dicotykedonous species. *Weed Research*, 37: 433-441.
13. Hulina, N. (1998.): Korovi, Školska knjiga, Zagreb.
14. Kalinova, S., Golubinova, I, Hristoskov, A., Ilieva A. (2012.): Allelopathic Effect of Aqueous Extract from Root Systems of Johnson Grass on Seed Germination and Initial Development of Soybean, Pea and Vetch. *Ratarstvo i Povrtarstvo*, 49(3): 250-256.
15. Knežević, M. (2006.): Atlas korovne, ruderalne i travnjačke flore. Treće, izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
16. Koloren, O. (2007.): Allelopathic Effects of *Medicago sativa* L. and *Vicia cracca* L. Leaf and Root Extracts on Weeds. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10: 1639-1642.
17. Kovačević, J. (1971.): Poljoprivredna fitocenologija, Znanje, Zagreb.
18. Kovačević, J (1979.): Poljoprivredna fitocenologija, II. izdanje, Znanje, Zagreb.
19. Leather, G. R.. (1983.): Sunflowcss (*Helianthus annuus*) are allelopathic to weeds. *Weed Science*, 31(1): 91-104.
20. Liu, Y., Zhang, C., Wei, S., Cui, H., Huang, H. (2011.): Compounds from the subterranean part of Johnsongrass and their allelopathic potential. Institute of Plant Protection (IPP), Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS), pp. 160-166.
21. Malovan T. (2016.): Alelopatski potencijal korovne vrste divlji sirak (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) na mrkvu. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
22. Narwal, S.S., Palaniraj, R., Sati, S.C. (2005.): Role of allelopathy in crop production. *Herbologia*, 6(2): 1-69.
23. Nikolić, T., Mitić, B., Boršić, I. (2014.): Flora Hrvatske: Invazivne biljke, Alfa, Zagreb.

24. Norsworthy, J. K. (2003.): Allelopathic potential of wild radish (*Raphanus raphanistrum*). Weed Technology, 17(2): 307-313.
25. Nouri, H., Talab, Z. A., Tavassoli, A. (2012.): Effect of weed allelopathic of sorghum (*Sorghum halepense*) on germination and seedling growth of wheat, Alvand cultivar. Annals of Biological Research, 3(3): 1283-1293.
26. Novak, N. (2017.): Alelopatski potencijal segetalnih i ruderalnih invazivnih alohtonih biljnih vrsta, Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
27. Ognjenović, R., Stojanović, J., Lomović, S., Pantić, R., Mmihajlija, D. (1995.): Selekcija i sjemenarstvo, Novi Sad, VOII, BROJ 2 153-248.
28. Pavićević, M. (2013.): Alelopatsko djelovanje listova običnog oraha i nekih invazivnih biljnih vrsta na klijanje pšenice (*Triticum aestivum* L.) i gorušice (*Sinapis alba* L.), Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
29. Pajter J. (2016.): Alelopatski potencijal korovne vrste divlji sirak (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) na radič. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
30. Qasem, J.R., Foy, C.L. (2001.): Weed allelopathy, its ecological impacts and future prospects. Food products press, New York, pp. 43-119.
31. Ravlić, M., Balićević, R., Lucić, I. (2014.): Allelopathic effect of parsley (*Petroselinum crispum* Mill.) cogermination, water extracts and residues on hoary cress (*Lepidium draba* (L.) Desv.). Poljoprivreda, 20(1): 22-26.
32. Rice, E.L. (1984.): Allelopathy. 2nd edition. Academic Press, Orlando, Florida. pp. 422.
33. Rizvi, S.J.H., Rizvi, V. (1992.): Allelopathy: Basic and applied aspects. Chapman & Hall, London.
34. Siddiqui, S., Bhardwaj, S., Khan, S.S., Meghvanshi, M. K. (2009.): Allelopathic effect of different concentration of water extract of Prosopis juliflora leaf on seed germination and radicle length of wheat (*Triticum aestivum* Var-Lok-1). American-Eurasian Journal of Scientific Research, 4(2): 81-84.
35. Soltys, D., Krasuska, U., Bogatek, R., Gniazdowska, A. (2013.): Allelochemicals as Bioherbicides-Present and Perspectives. U: Herbicides-Current Research and Case Studies in Use. Price, A.J., Kelton, J.A. (ur.), CC BY, 517-542.

36. Ștef, R., Cărăbeș, Grozea, I., Radulov, I., Manea, D., Berbecea, A. (2015.): Allelopathic effects produced by johnson grass extracts over germination and growth of crop plants. *Bulletin UASMV Agriculture*, 72(1): 239-245.
37. Šćepanović, M., Novak, N., Barić, K., Ostojić, Z., Galzina, N., Goršić, M. (2007.): Alelopatski utjecaj korovnih vrsta *Abutilon theophrasti* Med. i *Datura stramonium* L. na početni razvoj kukuruza. *Agronomski glasnik*, 69: 459-472.
38. Torres A., Olivia R.M., castellano D., Cross P. (1996.): Proceedings of the First World Congress on Allelopathy: A Science of the Future (SAI) university cadiz Spring cadiz, 278.
39. Vasilakoglou, I., Dhima, K., Eleftherohorinos, I. (2005.): Allelopathic potential of bermudagrass and johnsongrass and their interference with cotton and corn. *Technological Educational Institute of Thessaly*, 97(1): 303-313.
40. Vasilakoglou, I., K. Dhima, and I. Eleftherohorinos. 2005: Allelopathic potential of bermudagrass and johsongrass and ther interference with cotton and corn. *Agronomy Journal*, 97:303-313.
41. Vukadinović, V. (2017.): Alelopatija - kemijski ratovi u biljnom carstvu, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
42. Zeman, S., Fruk, G., Jemrić, T. (2011.): Alelopatski odnos biljaka: pogled djelujućih čimbenika i mogućnost primjene, *Glasnik zaštite bilja*, Zagreb, 34(4): 52-59.
43. Xuan, T. D., Shinkichi, T., Hong, N. H., Khanh, T. D., Min, C. I. (2004.): Assessment of phytotoxic action of *Ageratum conyzoides* L. (billy goat weed) on weeds. *Crop Protection*, 23: 915-922.
44. Wu, H., Pratley, J., Lemerle, D., Haig, T. (1999.): Identification and evaluation of toxicity of rice root elongation inhibitors in flooded soils with added wheat straw. *Soil Science and Plant Nutrition*, 36: 97-103.

8. Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi alelopatski utjecaj nadzemne suhe mase divljeg sirka (*Sorghum halepense* (L.) Pers) na klijavost sjemena i rast klijanaca kelja. Ukupno su provedena tri pokusa: utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka u Petrijevim zdjelicama, utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka u posudama s tlom i utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka u posudama s tlom. Istražen je utjecaj na klijavost sjemena kelja, duljinu korijena i izdanaka te svježiu i suhu masu klijanaca. Rezultati su pokazali da divlji sirak ima značajan alelopatski utjecaj na kelj. Pokusi provedeni u Petrijevim zdjelicama imali su najveći utjecaj, gdje je kod većih koncentracija ekstrakta zabilježen veći negativni utjecaj na klijanje sjemena i rast klijanaca. U posudama s tlom ekstrakti nisu pokazali značajan alelopatski utjecaj. Biljni ostaci divljeg sirka u obje ispitane doze od 10 g i 20 g po kg tla pokazali su značajan inhibitorni utjecaj na nicanje sjemena, ali pozitivno djelovanje na svježiu i suhu masu klijanaca.

Ključne riječi: alelopatija, divlji sirak (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), kelj, vodeni ekstrakti, biljni ostaci

9. Summary

The aim of this study was to determine allelopathic effect of johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) aboveground dry biomass on seed germination and seedlings growth of kale. Three experiments were conducted: the effect of water extract of johnsongrass in Petri dishes, the effect of water extract of johnsongrass in pots with soil and the effect of plant residues of johnsongrass in pots with soil. Effect on seed germination, shoot and root length were investigated as well as the effect on fresh and dry weight of seedlings. The results showed that johnsongrass had significant allelopathic effect on kale. Water extracts applied in Petri dishes had the greatest effect, with the greater concentration of the extract having a greater negative impact on seed germination and growth of seedlings. In pots with soil, no significant allelopathic effect was noticed. Johnsongrass plant residues applied in both doses of 10 g and 20 g per kg of soil showed a significant inhibitory effect on the emergence of seedlings, however positive effect was recorded on fresh and dry weight of seedlings.

Key words: allelopathy, johnson grass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), kale, water extract, plant residues

10. Popis slika

Red. br.	Naziv slike	Str.
Slika 1.	Utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata divljeg sirka na klijavost i rast klijanaca kelja u Petrijevima zdjelicama (kontrola, 1% (gore), 5%, 10% dolje)	25
Slika 2.	Utjecaj različitih koncentracija vodenih ekstrakata divljeg sirka na klijavost i rast klijanaca kelja u posudama s tlom (kontrola, 1% (gore), 5%, 10% dolje)	26
Slika 3.	Utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka na klijavost i rast klijanaca kelja u posudama s tlom (kontrola, 10g/kg, 20g/kg)	27

11. Popis grafikona

Red. br.	Naziv grafikona	Str.
Grafikon 1.	Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na klijavost sjemena kelja u Petrijevima zdjelicama	12
Grafikon 2.	Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na duljinu korijena klijanaca kelja u Petrijevima zdjelicama	13
Grafikon 3.	Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na duljinu izdanaka klijanaca kelja u Petrijevima zdjelicama	14
Grafikon 4.	Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na svježu masu klijanaca kelja u Petrijevima zdjelicama	15
Grafikon 5.	Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na suhu masu klijanaca kelja u Petrijevima zdjelicama	16
Grafikon 6.	Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na nicanje sjemena kelja u posudama s tlom	17
Grafikon 7.	Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na duljinu korijena klijanaca kelja u posudama s tlom	18
Grafikon 8.	Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na duljinu izdanaka klijanaca kelja u posudama s tlom	18
Grafikon 9.	Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na svježu masu klijanaca kelja u posudama s tlom	19
Grafikon 10.	Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na suhu masu klijanaca kelja u posudama s tlom	20
Grafikon 11.	Utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka na nicanje sjemena kelja u posudama s tlom	21
Grafikon 12.	Utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka na duljinu korijena klijanaca kelja u posudama s tlom	22

Grafikon 13.	Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na duljinu izdanaka klijanaca kelja u posudama s tlom	22
Grafikon 14.	Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na svježu masu klijanaca kelja u posudama s tlom	23
Grafikon 15.	Utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka na suhu masu klijanaca kelja u posudama s tlom	23

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Zaštita bilja

Diplomski rad

Alelopatski potencijal korovne vrste divlji sirak (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) na kelj

Alen Lajtner

Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi alelopatski utjecaj nadzemne suhe mase divljeg sirka (*Sorghum halepense* (L.) Pers) na klijavost sjemena i rast klijanaca kelja. Ukupno su provedena tri pokusa: utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka u Petrijevim zdjelicama, utjecaj vodenih ekstrakata divljeg sirka u posudama s tlom i utjecaj biljnih ostataka divljeg sirka u posudama s tlom. Istražen je utjecaj na klijavost sjemena kelja, duljinu korijena i izdanaka te svježiu i suhu masu klijanaca. Rezultati su pokazali da divlji sirak ima značajan alelopatski utjecaj na kelj. Pokusi provedeni u Petrijevim zdjelicama imali su najveći utjecaj, gdje je kod većih koncentracija ekstrakta zabilježen veći negativni utjecaj na klijanje sjemena i rast klijanaca. U posudama s tlom ekstrakti nisu pokazali značajan alelopatski utjecaj. Biljni ostaci divljeg sirka u obje ispitane doze od 10 g i 20 g po kg tla pokazali su značajan inhibitorni utjecaj na nicanje sjemena, ali pozitivno djelovanje na svježiu i suhu masu klijanaca.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: Dr. sc. Marija Ravlić

Broj stranica: 38

Broj grafikona i slika: 18

Broj tablica: -

Broj literaturnih navoda: 44

Broj priloga: -

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: alelopatija, divlji sirak (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), kelj, vodeni ekstrakti, biljni ostaci

Datum obrane: 18.07.2018

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Izv. prof. dr. sc. Renata Baličević
2. Dr. sc. Marija Ravlić, mentor
3. Izv. prof. dr. sc. Anita Liška

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilište u Osijeku, Vladimira Preloga 1

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Graduate thesis

Faculty of Agriculture

University Graduate Studies, Plant Production, course Plant protection

Allelopathic effect of weed species Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) on kale

Alen Lajtner

Abstract

The aim of this study was to determine allelopathic effect of johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) aboveground dry biomass on seed germination and seedlings growth of kale. Three experiments were conducted: the effect of water extract of johnsongrass in Petri dishes, the effect of water extract of johnsongrass in pots with soil and the effect of plant residues of johnsongrass in pots with soil. Effect on seed germination, shoot and root length were investigated as well as the effect on fresh and dry weight of seedlings. The results showed that johnsongrass had significant allelopathic effect on kale. Water extracts applied in Petri dishes had the greatest effect, with the greater concentration of the extract having a greater negative impact on seed germination and growth of seedlings. In pots with soil, no significant allelopathic effect was noticed. Johnsongrass plant residues applied in both doses of 10 g and 20 g per kg of soil showed a significant inhibitory effect on the emergence of seedlings, however positive effect was recorded on fresh and dry weight of seedlings.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: PhD Marija Ravlić

Number of pages: 38

Number of figures: 18

Number of tables: -

Number of references: 44

Number of appendices: -

Original in: Croatian

Key words: allelopathy, johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), kale, water extract, plant residues

Thesis defended on date: 18.07.2018

Reviewers:

1. PhD Renata Baličević, Associate professor, chair
2. PhD Marija Ravlić, mentor
3. PhD Anita Liška, Associate professor, member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1